

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年10月28日 (28.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/092603 A1

- (51) 国際特許分類: F16C 33/34, 33/58, F16H 9/18
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003728
- (22) 国際出願日: 2004年3月19日 (19.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-111618 2003年4月16日 (16.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 武村 浩道 (TAKE-MURA, Hiromichi) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県藤沢

市 鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 〒107-6013 東京都港区赤坂一丁目12番32号 アーク森ビル13階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

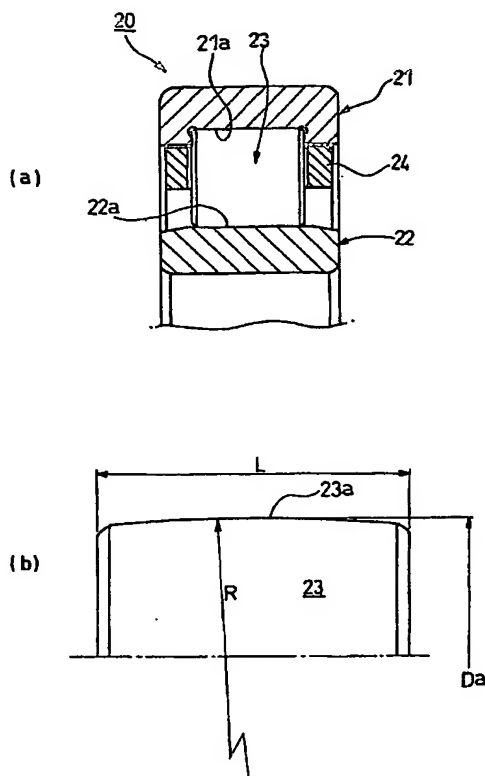
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

[続葉有])

(54) Title: ROLLER BEARING FOR BELT-TYPE STEPLESS SPEED CHANGER

(54) 発明の名称: ベルト式無段変速機用ころ軸受



(57) Abstract: A cylindrical roller bearing (20) used in a rotation support portion of a belt-type stepless speed changer, the roller bearing being provided with cylindrical rollers (23) that are rotatably arranged in the circumferential direction between an outer ring (21) and an inner ring (22). The roller bearing (20) is constructed such that a roller raceway (23a) is fully crowned and a curvature radius R of the crowning satisfies the relationship of  $0.01 \leq L^2/(Da \times R) \leq 0.03$  with Da being the diameter of the cylindrical rollers (23) and L the length of the rollers.

(57) 要約: ベルト式無段変速機の回転支持部に用いられ、外輪21と内輪22との間に複数の円筒ころ23が周方向に回転自在に配設されたベルト式無段変速機用円筒ころ軸受20は、ころ軌道面23aの形状がフルクラウニングとされると共に、該フルクラウニングの曲率半径Rが、円筒ころ23の直径Da及びころ長さLに対して、 $0.01 \leq L^2/(Da \times R) \leq 0.03$ の関係を満足するように構成される。



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

## ベルト式無段変速機用ころ軸受

## &lt;技術分野&gt;

本発明はベルト式無段変速機用ころ軸受に関し、特に、無端ベルトとプーリ間の摩擦係数を安定させ、低燃費を実現するために低粘度のCVTフルード（又はATF兼用油）を用いた条件下においても、耐久時に発生する早期はくりを防止することができるベルト式無段変速機用ころ軸受に関する。

## &lt;背景技術&gt;

自動車用のベルト式無段変速機としては、例えば、特公平8-30526号公報に記載されたようなものが知られている。

このようなベルト式無段変速機は、図3に示されるように、互いに平行に配置された入力側回転軸1と出力側回転軸2とを有する。入力側回転軸1は、エンジン3により、トルクコンバータ4、電磁クラッチ等の発進クラッチを介して回転駆動される。そして、出力側回転軸2の回転は、減速歯車列8及びデファレンシャルギヤ9を介して、左右一対の駆動輪10に伝達される。

これらの入力側回転軸1及び出力側回転軸2は、それぞれ一対の転がり軸受5，6により、図示しない変速機ケース内に回転自在に支持されている。

前記入力側回転軸1の中間部には駆動側プーリ11を設け、駆動側プーリ11と入力側回転軸1とが同期して回転するようにしている。駆動側プーリ11を構成する一対の駆動側プーリ板12，12同士の間隔は、図示しない駆動側変位ユニットにより調節自在である。即ち、駆動側プーリ11の溝幅は、この駆動側変位ユニットにより拡張自在である。

又、出力側回転軸2の中間部には従動側プーリ13を設け、従動側プーリ13と出力側回転軸2とが同期して回転するようにしている。従動側プーリ13を構成する一対の従動側プーリ板14，14同士の間隔は、図示しない従動側変位ユ

ニットにより調節自在である。即ち、従動側プーリ 13 の溝幅は、この従動側変位ユニットにより拡張自在である。そして、この従動側プーリ 13 と上記駆動側プーリ 11 とに、無端ベルト 15 を掛け渡している。

上述の様に構成するベルト式無段変速機では、エンジン 3 からトルクコンバータ 4 及び発進クラッチを介して入力側回転軸 1 に伝達された動力は、駆動側プーリ 11 から無端ベルト 15 を介して従動側プーリ 13 に伝達される。

尚、この無端ベルト 15 としては、押し付け方向に動力を伝達するものと、引っ張り方向に動力を伝達するものとが知られている。何れにしても、従動側プーリ 13 に伝達された動力は、出力側回転軸 2 から減速歯車列 8、デファレンシャルギヤ 9 を介して駆動輪 10 に伝達される。

そして、入力側回転軸 1 と出力側回転軸 2 との間の変速比を変える場合には、上記駆動側プーリ 11 及び従動側プーリ 13 の溝幅を互いに関連させつつ拡張する。

例えば、入力側回転軸 1 と出力側回転軸 2 との間の減速比を大きくする場合には、駆動側プーリ 11 の溝幅を大きくすると共に、従動側プーリ 13 の溝幅を小さくする。この結果、無端ベルト 15 の一部でこれら駆動側プーリ 11 及び従動側プーリ 13 に掛け渡された部分の径が、駆動側プーリ 11 部分で小さく、従動側プーリ 13 部分で大きくなり、入力側回転軸 1 と出力側回転軸 2 との間で減速が行なわれる。

反対に、入力側回転軸 1 と出力側回転軸 2 との間の増速比を大きく(減速比を小さく)する場合には、駆動側プーリ 11 の溝幅を小さくすると共に、従動側プーリ 13 の溝幅を大きくする。

この様な構成のベルト式無段変速機においては、金属製の無端ベルトとプーリとの摩擦係数を増大して安定させて低燃費を実現するため、100cc/min 以上の CVTフルード(ATF 兼用油)にて潤滑しているが、プーリを支持する転がり軸受には、無端ベルトとプーリとの摩耗粉やギア粉などが混入する可能性が高いため、軸受サイズを大きくするか、又は転動体直径を大きくし、例えば円筒ころ軸受を用いて基本動定格荷重を大きくした軸受の設計を行う必要がある。

ところで、円筒ころ軸受の使用においては、一般に、エッジロード(端荷重)の発生を防止するために、円筒ころの軌道面又は軌道輪の軌道面にクラウニングが施される。このようなクラウニングとして、転動面又は軌道面の母線を一定曲率の円弧にするフルクラウニング、転動面(又は軌道面)の両端部に軌道面(転動面)から遠ざかるテーパ面が形成された台形クラウニング、転動面又は軌道面の母線を対数曲線にする対数クラウニングが知られている。

例えば、実開平5-22845号公報では、内外軌道輪間に転動自在に配設された多数のころを有し、各軌道輪ところとが線接触すると共に、一方の軌道輪のみの両端に案内鰐を形成したころ軸受であって、案内鰐を具備する軌道輪の軌道面には中央の直線部を残して両鰐側にクラウニングを施して台形クラウニングを形成し、案内鰐を具備しない他方の軌道輪の軌道面にはフルクラウニングを施す技術が開示されている。

又、特開2001-124089号公報では、円筒ころの転動面における応力の均一化を図るために、円筒ころの転動面には、任意の位置におけるドロップ量 $Y$ が、軸方向中心 $M$ からその位置までの軸方向距離 $X$ の関数として表されるクラウニングが施され $\{Y = AX^B$  ( $A$ 、 $B$ は任意の数) $\}$ 、転動面における、ドロップ量 $Y$ が $5\mu m$ 以下( $Y1$ )となる領域の軸方向長さ $L1$ が、円筒ころの軸方向長さ $L0$ の50%以上に設定され、さらにドロップ量 $Y$ の最大値 $Y0$ が、円筒ころの軸方向長さ $L0$ の0.15%以上に設定されている技術が開示されている。

ところが、一般の円筒ころ軸受において軌道面やころ転動面にフルクラウニングや台形クラウニングを施した場合には、軸受に大きなモーメントが作用して軌道輪と円筒ころが傾いたときに発生するエッジロードを防止するために、クラウニングを大きくすると負荷容量が減少するという問題がある。

また、対数クラウニングの場合には、形状が複雑であるため、加工が困難で、コストが高くなるという問題がある。

更に、上述のベルト式無段変速機に組み込む各転がり軸受には、標準的な軸受鋼2種(SUJ2)の外輪、内輪及び転動体を使用しているが、ベルト式無段変速機の効率(低燃費)を確保し、運転時に発生する騒音を少なく抑えると共に、

駆動側及び従動側の両プーリや無端ベルトの摩耗を抑えるには、使用するCVTフルードを低粘度にする傾向にある。

そこで、標準的な軸受鋼2種の材料を用いた転がり軸受では、ベルト変動に伴う振動により、異物混入による圧痕起点型はくりではなく、自転すべりや公転すべり、差動すべりやスキューにより、軌道輪と転動体の間の金属接触が発生し、早期はくりが発生することが考えられる。

これは、軸受温度が100℃を超える環境下で低粘度のCVTフルード（基油動粘度が40℃時40mm<sup>2</sup>/sec以下、100℃時10mm<sup>2</sup>/sec以下）が軸受の潤滑油として使用されるため、軸受内部は想定以下の潤滑量（潤滑不足）となり、慢性的な油膜形成不足になるものと推定される。

又、ベルト式無段変速機における変速機ケースは、ハウジング剛性が低いので、外輪軌道面の変形に伴い、転動体と軌道面間では上記すべりの影響により油膜切れが起こり、軌道面が活性化された状態となるため、例えば水素侵入による水素脆性はくりや、金属接触に伴う表面疲労が促進し、早期はくりが発生することが問題となる。

従って、実開平5-22845号公報や特開2001-124089号公報の効果、狙いである、軸受の取り付け誤差や外力モーメント荷重により、内外輪が相対的傾き角を有するような使い方において、内外両軌道輪に適正なクラウニングを施すことにより、エッジロードの発生がなく、単一曲率の数値規定がないため案内鏝にもころ端面のかじりを発生することがなくなる仕様であっても、上記ベルト式無段変速機用ころ軸受としての早期はくり対策とはならない。

従って、本発明はこの様な事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、優れた伝達効率と十分な耐久性とを有する低燃費のベルト式無段変速機を実現できる良好なベルト式無段変速機用ころ軸受を提供することである。

#### <発明の開示>

本発明の上記目的は、ベルト式無段変速機の回転支持部に用いられ、外輪軌道と内輪軌道との間に複数のころが周方向に転動自在に配設されたベルト式無段変

速機用ころ軸受において、

外輪軌道面、内輪軌道面及びころ軌道面（転動面とも云う）の少なくとも一つの軌道面の形状がフルクラウニングとされると共に、該フルクラウニングの曲率半径 $R$ が、前記ころの直径 $D_a$ 及びころ長さ $L$ に対して、 $0.01 \leq L^2 / (D_a \times R) \leq 0.03$ の関係を満足するように構成されることを特徴とするベルト式無段変速機用ころ軸受により達成される。

上記構成のベルト式無段変速機用ころ軸受によれば、軸受の最適寸法設計が可能となり、例えば $100^\circ\text{C}$ 以上の高温で、更に低粘度の潤滑油使用の条件下でも、スキューなどの滑り起因による軌道面でのメタルコンタクトに対し、表面疲労進行を遅延させて早期はくりを防止することができる。

そこで、最適な軸受寸法形状とすることにより軽量化が図れ、且つ最適な耐久性を確保することが可能となる。この様に最適な寸法形状とされた軸受を選定することにより、 $20\text{cc}/\text{min}$ 以上の十分な潤滑油量を確保できなくとも軸受寿命を満足でき、ベルト式無段変速機用の転がり軸受に特有のニーズである、小型化と高剛性確保とを両立させる事ができる。

その結果、軸受を大型化する事なく、ベルトとプーリとの片当りによる異常摩擦を防止できる。

なお、本発明の内輪軌道は、内輪あるいは回転軸であればよく、内輪軌道面は内輪あるいは回転軸に形成されている。

#### <図面の簡単な説明>

図1（a）は、本発明の第1実施形態に係るベルト式無段変速機用円筒ころ軸受の部分断面図であり、

図1（b）は、円筒ころの部分側面図であり、

図2は、本発明の第2実施形態に係るベルト式無段変速機用円筒ころ軸受の部分断面図であり、そして、

図3は、ベルト式無段変速機の一例を示した概略図である。

尚、図中の符号、20はベルト式無段変速機用円筒ころ軸受、21は外輪、2

2は内輪、そして23は円筒ころである。

#### <発明を実施するための最良の形態>

以下、添付図面に基づいて本発明の各実施形態に係るベルト式無段変速機用円筒ころ軸受を詳細に説明する。なお、ベルト式無段変速機については、図2を流用して説明する。

##### (第1実施形態)

本発明の第1実施形態に係るベルト式無段変速機用円筒ころ軸受20は、図1(a)に示したように、内周面に外輪軌道面21aを形成する両鍔付の外輪(外輪軌道)21と、外周面に内輪軌道面22aを形成する鍔なしの内輪(内輪軌道)22との間に複数の円筒ころ23が保持器24を介して周方向に転動自在に配設されており、図2に示したベルト式無段変速機の入力側回転軸1及び出力側回転軸2を回転可能に支持する軸受として用いられる。

更に、本実施形態のベルト式無段変速機用円筒ころ軸受20では、図1(b)に示したように、前記円筒ころ23の軌道面(転動面)23aの形状がフルクラウニングとされると共に、該フルクラウニングの曲率半径Rが、当該円筒ころ23の直径Da及び長さLに対して、 $0.01 \leq L^2 / (Da \times R) \leq 0.03$ の関係を満足するように構成されている。

即ち、上記構成のベルト式無段変速機用円筒ころ軸受20によれば、軸受の最適寸法設計が可能となり、例えば100℃以上の高温で、更に低粘度の潤滑油使用の条件下でも、スキューなどの滑り起因による各軌道面でのメタルコンタクトに対し、表面疲労進行を遅延させて早期はくりを防止することができる。

そこで、最適な軸受寸法形状とすることにより軽量化が図れ、且つ最適な耐久性を確保することが可能となる。この様に最適な寸法形状とされたベルト式無段変速機用円筒ころ軸受20を選定することにより、20cc/min以上の十分な潤滑油量を確保できなくても軸受寿命を満足でき、ベルト式無段変速機用の転がり軸受に特有のニーズである、小型化と高剛性確保とを両立させる事ができる。

その結果、軸受を大型化する事なく、ベルトとプーリとの片当りによる異常摩



擦を防止できる。

従って、ベルト式無段変速機の無端ベルト 15 と駆動側及び従動側プーリ 11, 13 間の摩擦係数を安定させて低燃費を実現するために高温で低粘度の CVT フルード（又は ATF 兼用油）を潤滑油として用い、且つハウジング剛性が低い条件下で使用する場合においても、耐久時に発生するベルト式無段変速機用円筒ころ軸受の早期はくりを防止し、伝達効率が高く、無端ベルトの早期破断を抑制することが可能なベルト式無段変速機を実現できる。

また、プーリとベルトの摩耗紛が多くなるベルト式無段変速機の場合、圧痕起点はくりを抑制するために、少なくとも最弱部位となる外輪、内輪、円筒ころのうち一つ以上の材料を肌焼鋼として浸炭または浸炭窒化处理を施し、残留オーステナイト量を 20～45% 程度とすることにより、長寿命軸受となる。

更に、浸炭・浸炭窒化处理を行うことにより軌道面の残留圧縮応力が高くなるので、水素起因による脆性はくりを誘発する微小き裂の伝播を抑制し、より効果的となると考える。

また、保持器に関しては、更に高速回転となる使用の場合、プラスチック保持器を用いることにより、更に、長寿命となる。

#### （第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態に係るベルト式無段変速機用円筒ころ軸受について図 3 を参照して説明する。なお、第 1 実施形態と同等部分については、同一の符号を付して、説明を省略あるいは簡略化する。

本実施形態のベルト式無段変速機用円筒ころ軸受 30 は、ベルト式無段変速機の入力側回転軸 1 或いは出力側回転軸 2 を回転可能に支持する軸受であり、図 2 に示すように、内周面に外輪軌道面 21a を形成する両鍔付の外輪（外輪軌道）21 と、外周面に内輪軌道面 1a（或いは 2a）を形成する入力側回転軸 1 或いは出力側回転軸 2（内輪軌道）との間に複数の円筒ころ 23 が保持器 24 を介して周方向に転動自在に配設されている。

その他の構成は第 1 実施形態のものと同様であり、本実施形態のベルト式無段変速機用円筒ころ軸受 30 は、第 1 実施形態のものと同様の作用を有する。

尚、本発明に係るベルト式無段変速機用ころ軸受は、上記実施形態及び実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の形態を採りうることは言うまでもない。

例えば、上記実施形態においては、円筒ころの軌道面の形状のみをフルクラウニングとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、外輪軌道面、内輪軌道面及びころ軌道面の少なくとも一つの軌道面の形状がフルクラウニングとされる総てのベルト式無段変速機用ころ軸受に有効である。

#### <実施例>

上述した本発明の作用効果を確認するために、第1実施形態に準じた実施例1乃至6のベルト式無段変速機用円筒ころ軸受と比較例1乃至4のベルト式無段変速機用円筒ころ軸受とについて、以下の条件にて実験を実施した。

尚、本実施例では、入力側回転軸（プライマリー軸）のフロント側を支持する円筒ころ軸受のみを評価するため、他の円筒ころ軸受についてはCVTフルードが100cc/minの潤滑条件で試験した。

また、試験軸受をS U J 2製の通常熱処理にて作成し、内輪、外輪については肌焼鋼に浸炭窒化処理を行い、寿命低下を抑制した。円筒ころのころ軌道面（転動面）の形状をフルクラウニングとし、その効果を確認するために、円筒ころの材料はS U J 2に通常熱処理を施し最弱部位になるように設定した。

試験に用いる円筒ころ軸受は、J I S名番N U 2 0 7（内径 $\phi$  35 mm×外径 $\phi$  72 mm×幅17 mm、ころ直径 $D_a = 9$  mm、ころ長さ $L = 9$  mm）と、ころ長さ $L$ を13 mmとした新規軸受（内径 $\phi$  35 mm×外径 $\phi$  72 mm×幅23 mm）とし、フルクラウニング量（曲率半径 $R$ ）を変更した軸受をそれぞれ実施例1～6、比較例1～4の試料とした。

なお、軌道輪の表面粗さは通常の0.05～0.4  $\mu$  m R a、円筒ころの表面粗さは0.05～0.4  $\mu$  m R aである。又、保持器は、鉄製の保持器を使用した。

そして、このようにして得られた各実施例、比較例の円筒ころ軸受を以下の条

件にて試験した。試験は、図 3 に示したベルト式無段変速機の単体試験であり、各々の条件で 3 個ずつ試験を行ない、試験終了後に各軸受の破損の有無を確認した。

(試験条件)

エンジンからの入力トルク：250 Nm (NU207 軸受)、340 Nm (新規軸受)

入力側回転軸（プライマリー軸）の回転数：6000 rpm

潤滑油：CVTフルード（40℃：35 cSt、100℃：7 cSt）

潤滑条件：10 cc/min

軸受温度：120℃

目標寿命：500 時間（軸受ごとに、エンジントルク比と軸受の基本動定格荷重比は同じ）

下記表 1 に、試験結果を示す。

表 1

		ころ長さ L (mm)	ころ径 Da (mm)	ころクラウニ ング R (mm)	$L^2$ / (Da×R)	$L_{10}$ 寿命 (hr)	破損の有無	
実施例	1	9	9	300	0.03	500	3/3 異常なし	
	2			600	0.015	500	3/3 異常なし	
	3			900	0.01	450	1/3 ころはくり	
	4	13		900	0.021	500	3/3 異常なし	
	5			1200	0.016	500	3/3 異常なし	
	6			1500	0.013	485	1/3 ころはくり	
比較例	1	9	9	200	0.045	142	3/3 ころ中央はくり	
	2	13		1000	0.009	96	3/3 ころはくり	
	3			600	0.031	144	3/3 ころ中央はくり	
	4			2000	0.009	91	3/3 ころはくり	

表 1 から実施例 1, 2 および実施例 4, 5 に関しては、 $L^2 / (Da \times R)$  が 0.015～0.03 の範囲であり、目標寿命の 500 時間 (hr) に対し、3 個中 3 個とも異常がなく、目標に達した。試験後に軸受のころ軌道面や内輪軌道面を確認したが、研磨目が残っており潤滑状態が良好であった。

実施例 3, 6 に関しては、 $L^2 / (D a \times R)$  がそれぞれ 0.01 と 0.013 であり、目標寿命の 500 時間に対し、3 個中 1 個ずつそれぞれころ端部にはくりが発生し、 $L_{10}$  寿命は、450 時間、485 時間であった。

この結果、好ましくは、 $0.015 \leq L^2 / (D a \times R) \leq 0.03$  とすることにより、円筒ころと軌道輪との間の端部接触において、スキューや差動すべりを抑制したことにより、端部での金属接触を抑制し、フレッシュな面の生成を抑制し、水素侵入を防止することにより、比較例より 3 倍以上の長寿命になったものとする。なお、試験後の実施例 1, 2, 4, 5 のころ拡散性水素量 (200 ~ 300 °C) は、0.1 ppm 以下であった。また、実施例 3, 6 のはくりしたころにのみ、拡散性水素量は、0.7 ppm で水素侵入が認められた。未はくりのころの拡散性水素量は、0.3 ppm 以下であった。

比較例 1, 3 は、 $L^2 / (D a \times R)$  がそれぞれ 0.045 と 0.031 と実施例の数値より大きくなっており (ころのフルクラウニング量 (曲率半径  $R$ ) が小さい)、3 個中 3 個がころ中央部にはくりが発生し、実施例と比較し  $1/3$  以下の  $L_{10} = 145$  時間、147 時間となった。内輪軌道面ところ軌道面 (ころ転動面) を観察した結果、接触幅が実施例と比較して狭くなって面あたりが強くなり、ころ転動面中央部の最大接触面圧が高くなったことにより、内部起点型のはくりが発生した。なお、内輪はころによる応力繰返し数を多くうけて疲労度が高くなるが、材料熱処理により強化しているため、ころ中央部から先にはくりが発生した。拡散性水素量は 0.1 ppm 以下と侵入は認められなかった。

比較例 2, 4 に関しては、 $L^2 / (D a \times R)$  がいずれも 0.009 と小さく、通常のころ軸受に近い設計としているため、円筒ころと内輪端部の接触部において、スキューや差動すべりの影響により、ころ転動面の面荒れが大きく、エッジロードが発生しやすいころ端部から約 1 ~ 2 mm 中央によった位置を起点として、3 個中 3 個にころはくりが発生し、 $L_{10} = 96$  時間、91 時間と目標寿命の  $1/5$  にてはくりが発生した。試験後のころの拡散性水素量を測定した結果、0.8 ppm と高くなっており、未はくりの内輪に関しても、拡散性水素量が 0.3 ppm 以下と増加していた。

以上、上述した本発明のベルト式無段変速機用ころ軸受によれば、外輪軌道面、内輪軌道面及びころ軌道面の少なくとも一つの軌道面の形状がフルクラウニングとされると共に、該フルクラウニングの曲率半径 $R$ が、前記ころの直径 $D_a$ 及びころ長さ $L$ に対して、 $0.01 \leq L^2 / (D_a \times R) \leq 0.03$ の関係を満足するように構成される。これにより、軸受の最適寸法設計が可能となり、例えば $100^\circ\text{C}$ 以上の高温で、更に低粘度の潤滑油使用の条件下でも、スキューなどの滑り起因による軌道面でのメタルコンタクトに対し、表面疲労進行を遅延させて早期はくりを防止することができる。

そこで、最適な軸受寸法形状とすることにより軽量化が図れ、且つ最適な耐久性を確保することが可能となる。この様に最適な寸法形状とされた軸受を選定することにより、 $20\text{cc}/\text{min}$ 以上の十分な潤滑油量を確保できなくても軸受寿命を満足でき、ベルト式無段変速機用の転がり軸受に特有のニーズである、小型化と高剛性確保とを両立させる事ができる。

その結果、軸受を大型化する事なく、ベルトとプーリとの片当りによる異常摩擦を防止できる。

尚、本実施例では、円筒ころ軸受にて効果を確認したが、円すいころ軸受においても同様の効果を有する。

従って、優れた伝達効率と十分な耐久性とを有する低燃費のベルト式無段変速機を実現できる良好なベルト式無段変速機用ころ軸受を提供できる。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2003年4月16日出願の日本特許出願（特願2003-111618）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

#### <産業上の利用可能性>

以上のように、本発明のベルト式無段変速機用ころ軸受は、優れた伝達効率と十分な耐久性とを有する低燃費のベルト式無段変速機に有用なものである。

## 請 求 の 範 囲

1. ベルト式無段変速機の回転支持部に用いられ、外輪軌道と内輪軌道との間に複数のころが周方向に転動自在に配設されたベルト式無段変速機用ころ軸受において、

外輪軌道面、内輪軌道面及びころ軌道面の少なくとも一つの軌道面の形状がフルクラウニングとされると共に、該フルクラウニングの曲率半径 $R$ が、前記ころの直径 $D_a$ 及びころ長さ $L$ に対して、 $0.01 \leq L^2 / (D_a \times R) \leq 0.03$ の関係を満足するように構成されることを特徴とするベルト式無段変速機用ころ軸受。

2. 前記内輪軌道面は、内輪に形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のベルト式無段変速機用ころ軸受。

3. 前記内輪軌道面は、回転軸に形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のベルト式無段変速機用ころ軸受。

図 1

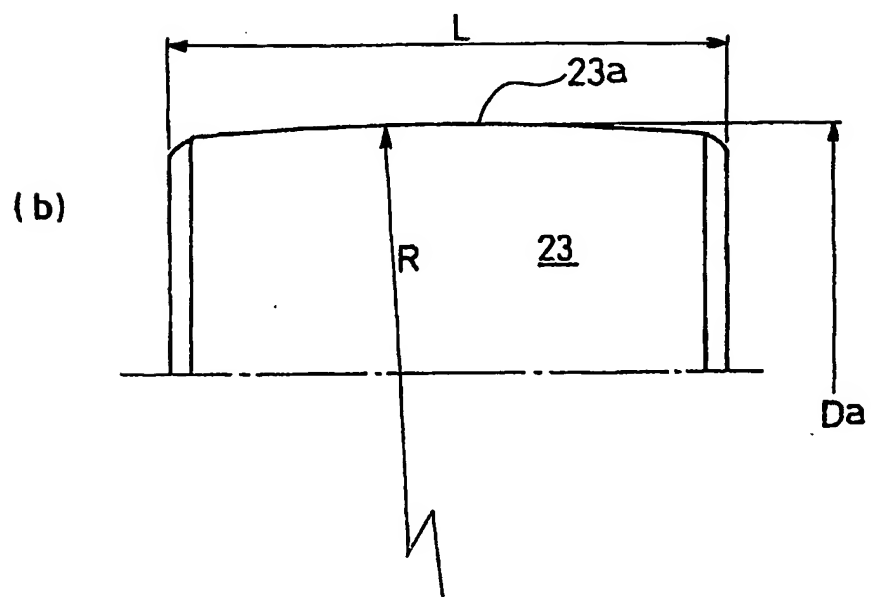
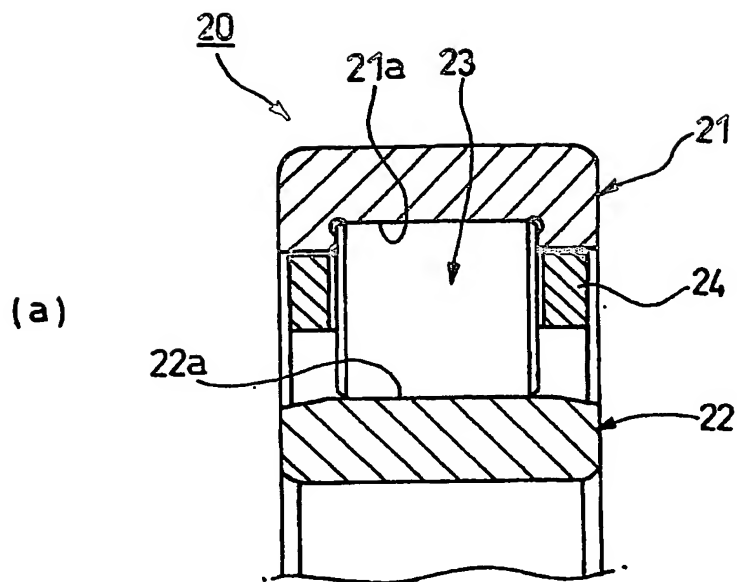


図 2

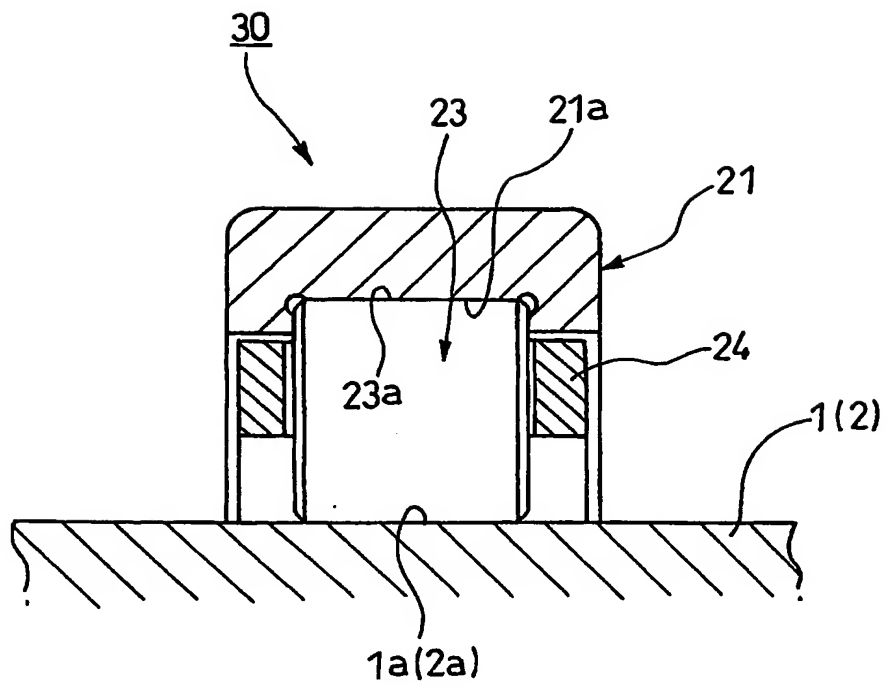
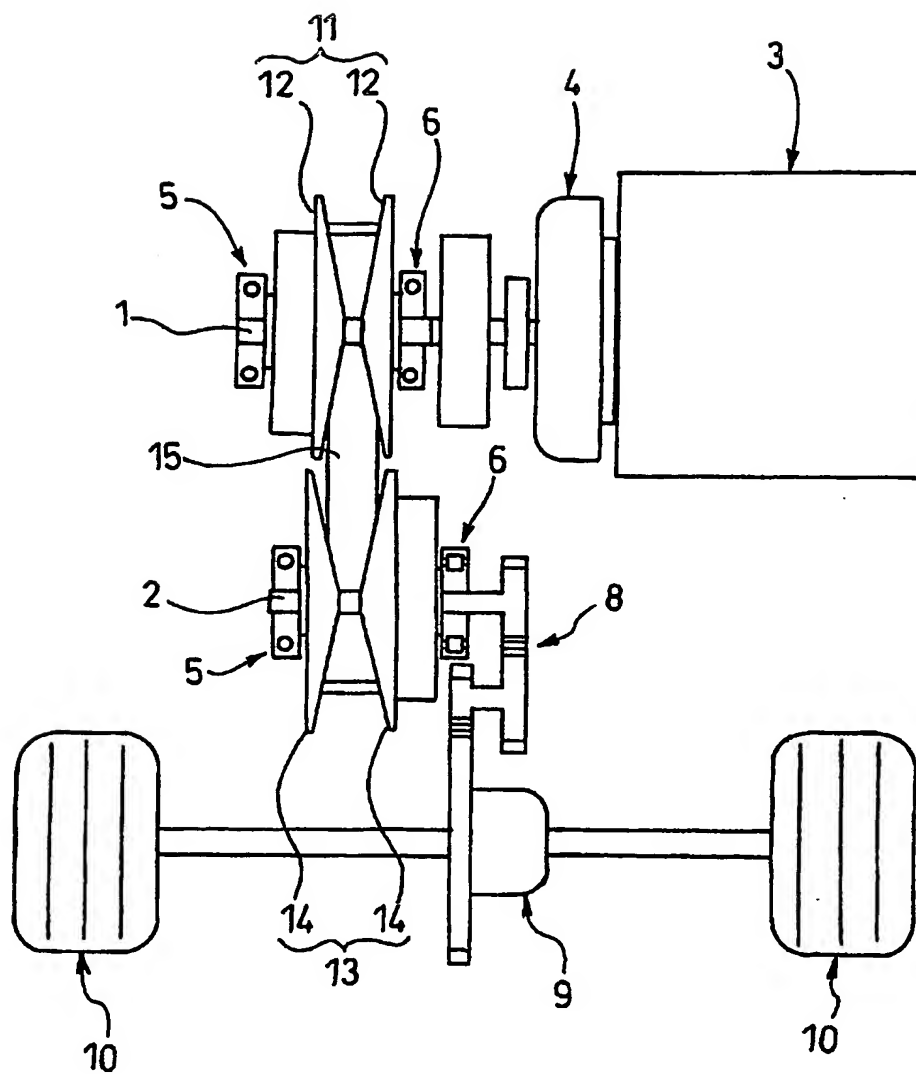




図 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003728

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> F16C33/34, 33/58, F16H9/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> F16C33/34-33/36, 33/58-33/64, 19/22-19/48, F16H9/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 126508/1990 (Laid-open No. 84857/1992) (Aisin Seiki Co., Ltd.), 23 July, 1992 (23.07.92), Page 7; Fig. 1 (Family: none)	1-2
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 102407/1988 (Laid-open No. 24152/1990) (Diesel Kiki Co., Ltd.), 16 February, 1990 (16.02.90), Fig. 1 (Family: none)	1, 3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 June, 2004 (15.06.04)Date of mailing of the international search report  
13 July, 2004 (13.07.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003728

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-188644 A (Hephaist Seiko Co., Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), (Family: none)	1-3
A	JP 58-134222 A (FAG Kugeifischer Georg Schafer and Co.), 10 August, 1983 (10.08.83), & SE 8206995 A & FR 2518675 A1 & GB 2112085 A & DE 3150605 A1 & IT 1153360 A	1-3
A	JP 2002-339977 A (Hiroshi TERAMACHI), 27 November, 2002 (27.11.02), & US 2002/0159664 A1	1-3

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F16C33/34, 33/58, F16H9/18

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F16C33/34-33/36, 33/58-33/64, 19/22-19/48,  
F16H9/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願2-126508号 (日本国実用新案登録出願公開4-84857号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (アイシン精機株式会社) 1992.07.23, 第7頁, 第1図 (ファミリーなし)	1-2
Y	日本国実用新案登録出願63-102407号 (日本国実用新案登録出願公開2-24152号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (デーゼル機器株式会社) 1990.02.16, 第1図 (ファミリーなし)	1, 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.06.2004

国際調査報告の発送日

13.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
藤村 泰智

3 J

9247

電話番号 03-3581-1101 内線 3326

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-188644 A (ヒーハイト精工株式会社) 2002. 07. 05 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 58-134222 A (フアーク・クーゲルフィツシエル ・ゲオルグ・シエーフエル・ウント・コンパニー) 1983. 0 8. 10 & SE 8206995 A & FR 25186 75 A1 & GB 2112085 A & DE 3150 605 A1 & IT 1153360 A	1-3
A	JP 2002-339977 A (寺町 博) 2002. 11. 27 & US 2002/0159664 A1	1-3